

(19)



(11)

EP 2 342 373 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.05.2020 Patentblatt 2020/19

(51) Int Cl.:
C25D 17/24 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09760128.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2009/064627

(22) Anmeldetag: **04.11.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/052246 (14.05.2010 Gazette 2010/19)

(54) VORRICHTUNG SOWIE VERFAHREN ZUM ELEKTROCHEMISCHEN BESCHICHTEN EINES WERKSTÜCKS

DEVICE AND METHOD FOR ELECTROCHEMICALLY COATING A WORK PIECE

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ DE REVÊTEMENT ÉLECTROCHIMIQUE D'UNE PIÈCE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR

- **SCHAUF, Werner**
42653 Solingen (DE)
- **WIESE, Martin**
40699 Erkrath (DE)

(30) Priorität: **07.11.2008 DE 102008056427**

(74) Vertreter: **Von Rohr Patentanwälte Partnerschaft mbB**
Rüttenscheider Straße 62
45130 Essen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.07.2011 Patentblatt 2011/28

(73) Patentinhaber: **EWALD DÖRKEN AG**
58313 Herdecke (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
CH-A- 366 187 DE-B- 1 063 869
DE-C- 857 880 DE-C1- 3 121 397
GB-A- 712 330 US-A- 4 392 936

(72) Erfinder:
• **REUSMANN, Gerhard**
45259 Essen (DE)

EP 2 342 373 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zum elektrochemischen Beschichten eines Werkstücks.

[0002] Es ist eine Vielzahl von Verfahren zum elektrochemischen Beschichten von Werkstücken bekannt. Hier sind vor allem die Verfahren zum galvanischen Beschichten einerseits und die Verfahren zur elektrochemischen Tauchlackierung andererseits zu unterscheiden. Gemeinsam ist diesen Verfahren, dass das Werkstück wenigstens teilweise in ein Bad aus einer Beschichtungsflüssigkeit eingebracht wird.

[0003] Beim elektrochemischen Tauchlackieren bildet ein elektrisch leitfähiger Tauchlack die Beschichtungsflüssigkeit. Der Tauchlack enthält häufig Metallpartikel. Zum Beschichten wird zwischen dem Werkstück und einer Gegenelektrode eine Spannung angelegt. Hierdurch werden im Bad gelöste Bindemittel und/oder Metallpartikel an der Oberfläche des Werkstücks ausgefällt, wodurch ein geschlossener, haftender Lackfilm bzw. eine metallhaltige Beschichtung entsteht. Je nachdem, ob das Werkstück als Anode oder Kathode geschaltet ist, unterscheidet man zwischen Anodischer Tauchlackierung (ATL) und Kathodischer Tauchlackierung (KTL).

[0004] Beim galvanischen Beschichten enthält das Beschichtungsbad Ionen eines oder mehrerer Elemente, mit denen das Werkstück beschichtet werden soll. Typischerweise sind die Ionen in der Beschichtungsflüssigkeit in einem Lösemittel enthalten, daneben ist es aber auch möglich, eine Schmelze eines Salzes zu verwenden, das die betreffenden Ionen enthält. Zum Beschichten wird eine Spannung an das Werkstück gelegt, wodurch die in der Beschichtungsflüssigkeit befindlichen Ionen an der Oberfläche des Werkstücks elektrolytisch entladen werden. Hierdurch kommt es zur Abscheidung einer Schicht auf der Oberfläche. Häufig sind die Ionen Kationen und das Werkstück bildet eine Anode, an der die Kationen reduziert werden.

[0005] Die US 4,392,936 A betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur galvanischen Abscheidung von Aluminium aus aprotischen Organoaluminium-Elektrolyten mittels eines drehbaren Galvanisierungsbehälters, eines drehbaren Elektrolytbehälters und einer röhrenförmigen Verbindung zwischen den Behältern, wobei die Verbindung einen Verschlussmechanismus aufweist.

[0006] Die DE 31 21 397 C1 betrifft ein Verfahren zum Oberflächenbeschichten von Kleinteilen aus Metall, Holz oder Kunststoff in einer perforierten Drehtrommel, wobei die Kleinteile unter Rotation der Trommel fortlaufend unter ständigem Platzwechsel innerhalb der Haufwerks durch ein Beschichtungsbad geführt werden, wobei als Drehtrommel eine Zentrifugentrommel eingesetzt wird, die während der Beschichtung in Schiefelage mit verlangsamter Drehzahl läuft, und wobei anschließend nach Aufrichten der Zentrifugentrommel in die Vertikale das überschüssige Beschichtungsmittel von den Kleinteilen durch

Beschleunigung der Trommelrotation abgetrennt und das abgetrennte Beschichtungsmittel dem Bad wieder zugeführt wird.

[0007] Das Lösemittel, in dem die Ionen gelöst sind, ist in vielen Fällen Wasser. Es gibt allerdings Anwendungen, für die Wasser schlecht geeignet oder völlig ungeeignet ist. Ein Grund hierfür kann darin liegen, dass Wasser grundsätzlich selbst einer Elektrolyse unterliegen kann. So lassen sich z.B. bestimmte Metalle nicht aus einer wässrigen Lösung abscheiden, da stattdessen eine Elektrolyse des Wassers erfolgt.

[0008] Der Einsatz alternativer Lösemittel ist jedoch zum einen kostspieliger als der von Wasser, zum anderen sind diese Lösemittel vielfach auch empfindlich gegenüber Verunreinigungen. Hier kann insbesondere die Verunreinigung durch Luftfeuchtigkeit bereits zu einer erheblichen Beeinträchtigung des Beschichtungs Vorgangs führen. Einige derartige Lösemittel reagieren mit Wasser und sind nach einer entsprechenden Kontamination unbrauchbar. Dies betrifft insbesondere die sogenannten ionischen Flüssigkeiten, d.h. Salze, die einen Schmelzpunkt von unter 100°C besitzen. Gerade der Einsatz von ionischen Flüssigkeiten stellt aber bei der Abscheidung von bestimmten Metallen wie z.B. Aluminium die deutlich bevorzugte Wahl dar. Im Zuge eines industriellen Beschichtungsverfahrens muss daher der besonderen Empfindlichkeit solcher Lösemittel Rechnung getragen werden.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es daher, Maßnahmen vorzuschlagen, um die Kontamination einer Beschichtungsflüssigkeit im Rahmen eines elektrochemischen Abscheideprozesses zu verhindern.

[0010] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1 sowie ein Verfahren nach Anspruch 7.

[0011] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum elektrochemischen Beschichten eines Werkstücks umfasst einen Beschichtungsbehälter zur Aufnahme des Werkstücks sowie einen Vorratsbehälter für eine Beschichtungsflüssigkeit. Die genannten Behälter müssen eine hinreichende Stabilität aufweisen, um Werkstück bzw. Beschichtungsflüssigkeit aufnehmen zu können. Als Konstruktionsmaterial bieten sich hier Metalle, insbesondere Edelstahl an. Daneben sind aber auch nichtmetallische Werkstoffe, wie z.B. Keramik oder Glas, geeignet. Bei der Auswahl der Werkstoffe ist zu beachten, dass insbesondere solche Teile eines der Behälter, die mit der Beschichtungsflüssigkeit in Kontakt kommen können, dieser gegenüber unempfindlich sein sollten. Würde beispielsweise die Beschichtungsflüssigkeit das Material des Behälters - wenn auch nur geringfügig - auflösen, käme es hierdurch zum einen zu einem verstärkten Verschleiß des Behälters, zum anderen würde die Beschichtungsflüssigkeit kontaminiert. Dies ist insbesondere zu beachten, wenn ionische Flüssigkeiten verwendet werden, da diese teilweise hervorragende Lösemittel sind. Um einen Angriff des Behälters durch die Beschichtungsflüssigkeit zu verhindern, kann jeder der Behälter ganz oder teilweise mit einer Schutzbeschichtung versehen

sein.

[0012] Erfindungsgemäß ist der Vorratsbehälter durch wenigstens eine Durchtrittsöffnung für die Beschichtungsflüssigkeit mit dem Beschichtungsbehälter verbunden, wobei die Durchtrittsöffnung ohne Verschlussmechanismus ausgebildet ist. Durch die Durchtrittsöffnung kann Beschichtungsflüssigkeit vom Vorratsbehälter in den Beschichtungsbehälter hindurchtreten bzw. umgekehrt. Die Durchtrittsöffnung ist hierbei in Relation zu den Abmessungen des Beschichtungs- und des Vorratsbehälters relativ klein, da hierdurch ein Eindringen von Gasen und in diesen gelöster Feuchtigkeit vom Beschichtungsbehälter in den Vorratsbehälter minimiert wird. Der Querschnitt der Durchtrittsöffnung ist hinreichend groß gewählt, so dass ein ungehindertes Hindurchtreten der Beschichtungsflüssigkeit gewährleistet ist. Auf diese Weise bildet der Vorratsbehälter, insbesondere in der Ruhestellung (siehe unten), auch ohne Verschlussmechanismus für die Durchtrittsöffnung ein größtenteils abgeschlossenes System.

[0013] Es ist denkbar, dass die Durchtrittsöffnung als Rohr- oder Schlauchleitung, die den Beschichtungsbehälter mit dem Vorratsbehälter verbindet, ausgebildet ist. Alternativ hierzu können die beiden Behälter auch unmittelbar aneinander angrenzen, wobei im Grenzbereich eine Verbindung durch die Durchtrittsöffnung gegeben ist. Letzteres führt zu einer geringeren inneren Oberfläche des Systems und wird daher bevorzugt, weil auf diese Weise Kontaminationsquellen für die Beschichtungsflüssigkeit minimiert werden. Die Bedeutung der Oberfläche wird im Folgenden noch erläutert.

[0014] Die Durchtrittsöffnung kann ein Gitter, ein Sieb oder einen Filter aufweisen. Hierdurch kann einerseits verhindert werden, dass ein kleines Werkstück in den Vorratsbehälter gelangt, zum anderen können bestimmte Verunreinigungen, die mit dem Werkstück eingetragen werden, vom Vorratsbehälter ferngehalten werden.

[0015] Es versteht sich, dass die Vorrichtung wenigstens eine Beschicköffnung umfassen muss, durch die das Werkstück - direkt oder indirekt - in den Beschichtungsbehälter eingebracht werden kann. Die Beschicköffnung ist am Beschichtungsbehälter selbst ausgebildet, so dass ein unmittelbares Einbringen möglich ist. Der Begriff der Beschicköffnung ist in diesem Zusammenhang weit gefasst. Hierbei sind auch Bauformen eingeschlossen, bei denen z.B. zum Einbringen des Werkstücks etwa die Hälfte des Beschichtungsbehälters entfernt und nach dem Einbringen wieder aufgesetzt wird. Generell ist die Öffnung hierbei so ausgebildet, dass sie das Einbringen des Werkstücks und ggf. bei Massekleinteilen eines Korbs oder dergleichen, der die Werkstücke enthält, erlaubt.

[0016] Daneben ist es, wie aus dem Stand der Technik für elektrochemische Beschichtungsverfahren bekannt, notwendig, dass die Vorrichtung wenigstens zwei Elektroden umfasst. Wenigstens eine Elektrode zur Kontaktierung des Werkstücks dient dazu, ein elektrisches Potential an dieses anzulegen, während wenigstens eine

Gegenelektrode während des Beschichtungsvorgangs in Kontakt mit der Beschichtungsflüssigkeit steht. Es können auch mehrere Elektroden zur Kontaktierung und/oder mehrere Gegenelektroden vorhanden sein. Ersteres kann insbesondere bei mehreren Werkstücken von Vorteil sein, da sich hierdurch mitunter eine gleichzeitige Kontaktierung mehrerer Werkstücke besser realisieren lässt.

[0017] Erfindungsgemäß ist die Vorrichtung durch Drehung des Beschichtungsbehälters und des Vorratsbehälters um wenigstens eine gemeinsame Achse zwischen einer Beschichtungsstellung und einer Ruhestellung derart verstellbar, dass sich der Volumenschwerpunkt des Beschichtungsbehälters in der Beschichtungsstellung relativ zum Volumenschwerpunkt des Vorratsbehälters niedriger befindet als in der Ruhestellung.

[0018] Grundsätzlich lässt sich die das erfindungsgemäße Verstellen zwischen der Beschichtungsstellung und der Ruhestellung durch eine Drehung von Beschichtungsbehälter und Vorratsbehälter um genau eine Achse realisieren. Es ist jedoch auch denkbar, dass eine Drehung um mehr als eine Achse erfolgt. Im Sinne einer physikalischen Sprechweise, wonach sich alle möglichen Lageveränderungen eines Körpers als Rotationen, Translationen oder eine Kombination hieraus klassifizieren lassen, ist es auch denkbar, die Drehung, also Rotation, mit einer Translation zu kombinieren. D.h., der Beschichtungsbehälter und der Vorratsbehälter können auch z.B. entlang einer Bahn mit zunehmender Steigung verfahren werden, was einer zusammengesetzten Bewegung aus Rotation und Translation entspricht.

[0019] Bevorzugt sind der Beschichtungsbehälter und der Vorratsbehälter starr verbunden. Durch eine starre Verbindung werden bewegliche Teile, Dichtungen und Ähnliches weiter reduziert. Zudem lässt sich die Vorrichtung hierdurch im Allgemeinen kompakter gestalten, was zu einer kleineren Oberfläche führt.

[0020] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass Oberflächen und bewegliche Teile eine Hauptquelle von Kontamination der Beschichtungsflüssigkeit sind, insbesondere durch Feuchtigkeit. Feuchtigkeit kann Oberflächen anhaften und kann nur schwer vollständig von ihnen entfernt werden. Genauso kann die Beschichtungsflüssigkeit Oberflächen anhaften und bietet somit der Umgebungsatmosphäre eine große Angriffsfläche. Bewegliche Teile erhöhen zwangsläufig die Gesamtoberfläche einer Vorrichtung. Außerdem kann Feuchtigkeit zwischen beweglichen Teilen hindurchtreten. Daher ist es bei Einsatz von Pumpen oder ähnlichen Vorrichtungen nahezu unmöglich, den Innenbereich einer Beschichtungsvorrichtung feuchtigkeitsfrei zu halten. Aus dieser Einsicht heraus ist die erfindungsgemäße Vorrichtung so ausgebildet, dass auf Pumpen, Schläuche oder dergleichen verzichtet werden kann. Vielmehr bilden der Beschichtungsbehälter und der Vorratsbehälter zusammen mit der Durchtrittsöffnung ein vergleichsweise kompaktes System, das eine möglichst kleine innere Oberfläche aufweist. Auf diese Weise gibt es insgesamt nur

wenig Oberfläche, an der Feuchtigkeit anhaften könnte. Auch ist der Innenraum des Systems aus Vorratsbehälter und Beschichtungsbehälter nach außen dicht abgeschlossen, abgesehen von wenigstens einer Beschickungsöffnung, die zum Ein- und Austragen von Werkstücken notwendig ist.

[0021] Hinzu kommt, dass bestimmte ionische Flüssigkeiten, z.B. alkylierte Imidazoliumchloride, im Kontakt mit Luftfeuchtigkeit Chlorwasserstoff bilden, der hochaggressiv ist und empfindliche Bauteile wie Dichtungen unmittelbar angreifen würde. Eine vollständige Abschirmung gegen Feuchtigkeit ist im industriellen Prozess kaum möglich. Daher ist es ein weiterer Vorteil des weitgehenden Verzichts auf bewegliche Teile bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung, dass sich bildender Chlorwasserstoff wenig oder keinen Schaden anrichten kann.

[0022] Vorteilhaft ist auch, dass die Flüssigkeit, die in der Ruhestellung im Vorratsbehälter aufgenommen ist, dort nur über die vergleichsweise kleine Durchtrittsöffnung mit dem Beschichtungsbehälter verbunden ist, der seinerseits - wenigstens während des Ein- und Ausbringens von Werkstücken - mit der Umgebung in Kontakt steht. Hierdurch ist die Beschichtungsflüssigkeit gegenüber Kontamination weitgehend geschützt.

[0023] Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung kann daher die Kontamination einer Beschichtungsflüssigkeit, insbesondere durch Luftfeuchtigkeit, minimiert werden. Hierdurch lassen sich unerwünschte Reaktionen der Beschichtungsflüssigkeit vermeiden und deren uneingeschränkte Verwendbarkeit für lange Zeit garantieren. Dies bedeutet, dass qualitativ hochwertige Beschichtungen gewährleistet sind und die Kosten für Ersatz oder Wiederaufbereitung der Beschichtungsflüssigkeit reduziert werden.

[0024] Daneben ergeben sich weitere Vorteile. Der Verzicht auf bewegliche Teile bringt eine Reduzierung des Verschleißes mit sich. Dies gilt, wie bereits dargelegt wurde, in besonderem Maße, wenn aggressive Substanzen freigesetzt werden könnten, die Dichtungen und ähnliche Bauteile angreifen. Die Vorrichtung muss weniger oft gewartet werden und kann längere Zeit ohne Unterbrechungen im Betrieb sein. Es entfallen auch Kosten für Ersatzteile, Schmiermittel und dergleichen.

[0025] Für die erfindungsgemäße Vorrichtung sind verschiedene Anordnungen der Behälter denkbar, wobei hier vereinfachend von den Positionen der Behälter gesprochen wird statt von denen ihrer Volumenschwerpunkte. Befinden sich die beiden Behälter, bezogen auf eine senkrechte Ebene (senkrecht im Sinne der durch die Schwerkraft vorgegebenen Richtung) durch die Drehachse, auf der gleichen Seite der Drehachse, wobei sich ein Behälter weiter außen befindet, so verlagert sich bei einer Drehung, die ein Anheben auf dieser Seite der Drehachse bewirkt, dieser Behälter gegenüber dem anderen nach oben.

[0026] Befinden sich beide Behälter auf der gleichen Seite der Drehachse gleich weit außen, aber übereinander, so wird bei einer Drehung, die auf dieser Seite ein

Anheben bewirkt, der anfangs untere Behälter relativ zum anfangs oberen Behälter angehoben, bis er auf dem Scheitelpunkt der Drehung neben diesen gelangt. Wird die Drehung bis auf die andere Seite der Drehachse fortgesetzt, gelangt der anfangs untere Behälter über den anfangs oberen Behälter. Es kommt also zu einer Art "Umstürzen" der beiden Behälter, ähnlich wie bei einer Sanduhr.

[0027] Befinden sich Beschichtungsbehälter und Vorratsbehälter auf verschiedenen Seiten einer senkrechten Ebene durch die Drehachse, verlagert sich selbstverständlich der Behälter, auf dessen Seite die Drehung ein Anheben bewirkt, gegenüber dem anderen nach oben. Eine solche Anordnung, bei der sich die Drehachse also zwischen den Behältern befindet, hat den Vorteil, dass die Drehmomente durch das Gewicht der beiden Behälter einander wenigstens teilweise aufheben, so dass sie gewissermaßen "ausbalanciert" sind. Bei einer Positionierung der Behälter auf unterschiedlichen Seiten der Achse ist daher nur ein geringes Haltemoment bzw. Gegengewicht notwendig, um ein unkontrolliertes Kippen zu verhindern. Ist ein Behälter wesentlich schwerer als der andere, ist es in diesem Sinne bevorzugt, dass der schwerere Behälter näher an der Drehachse angeordnet ist bzw. dass die Drehachse unmittelbar an ihm ansetzt.

[0028] Der Beschichtungsbehälter und der Vorratsbehälter sind in jedem Fall so angeordnet, dass eine Drehung dazu führt, dass ersterer gegenüber letzterem angehoben bzw. abgesenkt wird, und umgekehrt. Bei geeigneter Anordnung der Durchtrittsöffnung, die der Fachmann ohne Weiteres bestimmen kann, fließt somit Beschichtungsflüssigkeit jeweils von dem Behälter, der angehoben wird, zu demjenigen, der abgesenkt wird. Bei den meisten Ausführungen der Vorrichtung wird es sich empfehlen, die Durchtrittsöffnung möglichst tief anzuordnen.

[0029] Im Zusammenhang mit dieser Erfindung bedeutet "fließen", dass die Beschichtungsflüssigkeit sich nach dem Verstellen der Vorrichtung nur unter dem Einfluss der Schwerkraft bewegt, d.h. es ist hierfür kein Einsatz von Pumpen oder anderen Vorrichtungen zum Fördern erforderlich. Es wird gewissermaßen die Beschichtungsflüssigkeit aus dem einen Behälter in den anderen "ausgegossen". Ein solches Fließen kann gut dadurch realisiert werden, dass der in der Beschichtungsstellung unten befindliche Teil der Wandung des Vorratsbehälters (also gewissermaßen der "Boden") ein in Richtung der Durchtrittsöffnung abfallendes Profil aufweist, während der in der Ruhestellung unten befindliche Teil der Wandung des Beschichtungsbehälters ein in Richtung der Durchtrittsöffnung abfallendes Profil aufweist.

[0030] Das möglichst vollständige Hin- und Herfließen der Beschichtungsflüssigkeit kann auch dadurch unterstützt werden, dass wenigstens die Innenflächen des Beschichtungsbehälters und des Vorratsbehälters aus einem Material bestehen, das durch die Beschichtungsflüssigkeit kaum oder nicht benetzt wird. Hierdurch wird insbesondere vermieden, dass geringe Restvolumina in

Form von Tröpfchen oder Flüssigkeitsfilmen an der Oberfläche des Behälters anhaften. Diese Restvolumina, die der Umgebungsatmosphäre eine besonders große relative Oberfläche bieten, sind gegenüber Kontamination besonders anfällig. Durch den Einsatz eines geeigneten Oberflächenmaterials, evtl. in Form einer Beschichtung, kann dies wirksam unterbunden werden.

[0031] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Vorrichtung eine Öffnung zum Gasaustausch zwischen dem Beschichtungsbehälter und dem Vorratsbehälter. Eine solche Öffnung ist vorteilhaft, da durch diese ein Druckausgleich zwischen den beiden Behältern erfolgen kann, auch wenn die Durchtrittsöffnung vollständig durch Beschichtungsflüssigkeit ausgefüllt ist. Auf diese Weise kann das Fließen der Beschichtungsflüssigkeit wesentlich erleichtert werden, insbesondere, wenn die Durchtrittsöffnung einen sehr kleinen Querschnitt aufweist bzw. wenn ein sehr schneller Flüssigkeitsaustausch zwischen den Behältern erfolgen soll. Da sich Gase innerhalb der Behälter stets oberhalb der Beschichtungsflüssigkeit befinden, ist die Öffnung zum Gasaustausch oberhalb der Durchtrittsöffnung für die Beschichtungsflüssigkeit angeordnet. Die Öffnung zum Gasaustausch kann als Rohr- oder Schlauchleitung ausgebildet sein, oder aber sie befindet sich in einem Bereich, wo Beschichtungsbehälter und Vorratsbehälter quasi unmittelbar aneinandergrenzen und durch die Öffnung praktisch direkt miteinander verbunden sind.

[0032] Wenngleich es prinzipiell möglich ist, ein Werkstück während des Beschichtungsvorgangs gewissermaßen "lose" im Beschichtungsbehälter aufzunehmen, ist eine im Beschichtungsbehälter angeordnete Aufnahmevorrichtung für das Werkstück vorteilhaft. Eine derartige Aufnahmevorrichtung dient dazu, das Werkstück während des Beschichtungsvorgangs zu lagern und - zumindest innerhalb gewisser Grenzen - gegen Positionsverschiebungen zu sichern. Die Aufnahmevorrichtung kann z.B. als Gestell, als Korb o. Ä. ausgebildet sein. Es ist auch möglich, dass die Aufnahmevorrichtung nicht unmittelbar das bzw. die Werkstücke aufnimmt, sondern z.B. einen Korb, der wiederum mit Massekleinteilen gefüllt ist, die beschichtet werden. Wie aus dem Stand der Technik bekannt, kann in diesem Fall der gesamte Korb in den Beschichtungsbehälter ein- und wieder herausgebracht werden.

[0033] Es ist eine Positionierung der Aufnahmevorrichtung innerhalb des Beschichtungsbehälters bevorzugt, die in Kombination mit einem geeigneten Befüllungsgrad der Vorrichtung gewährleistet, dass in der Ruhestellung ein in der Aufnahmevorrichtung befindliches Werkstück sich oberhalb des Pegels der Beschichtungsflüssigkeit befindet. Falls Bauweise und Befüllung so gewählt sind, dass beim Verstellen von der Beschichtungsstellung in die Ruhestellung sämtliche Beschichtungsflüssigkeit in den Vorratsbehälter fließt, kann die Aufnahmevorrichtung grundsätzlich eine beliebige Position innerhalb des Beschichtungsbehälters haben. Allerdings ist weiterhin zu beachten, dass in der Beschichtungsstellung ein in

der Aufnahmevorrichtung befindliches Werkstück sich - wenigstens teilweise - unterhalb des Pegels der Beschichtungsflüssigkeit befinden muss, damit eine Beschichtung möglich ist. Die Wahl einer geeigneten Bauweise und der hierzu passenden Befüllung stellt allerdings für den Fachmann eine Standard-Aufgabe dar.

[0034] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die innerhalb des Beschichtungsbehälters angeordnete Aufnahmevorrichtung drehbar gelagert. Gemäß einer typischen Konstruktionsweise ist eine solche Aufnahmevorrichtung auf einer Welle befestigt, die ihrerseits an einen Motor bzw. eine Motor-Getriebe-Einheit gekoppelt ist. Um unnötige Belastungen der Lager bei einer Drehung der Aufnahmevorrichtung zu vermeiden, ist eine Bauweise der Aufnahmevorrichtung vorteilhaft, die eine Achssymmetrie bezüglich der Rotationsachse aufweist.

Durch die Drehbarkeit lassen sich in Kombination mit einer geeigneten Motor-Getriebe-Einheit zwei Funktionen gewährleisten.

[0035] Zum einen kann durch langsame Drehung ein Umwälzen des Werkstücks während des Beschichtungsvorgangs erreicht werden. Dies ist insbesondere bei der Beschichtung von Massenkleinteilen von Bedeutung. Zwischen diesen gibt es zahlreiche Kontaktstellen, die im Falle von ruhenden Werkstücken nicht oder nur unvollständig beschichtet werden. Werden die Werkstücke bewegt, wechseln die Kontaktstellen ständig und es kann eine gleichmäßige Beschichtung der Oberfläche erreicht werden. Um ein effektives Umwälzen der Werkstücke zu gewährleisten, ist es sinnvoll, eine Drehzahl zu wählen, bei der keine stärkeren Zentrifugalkräfte auftreten. Daher ist es bevorzugt, dass die Aufnahmevorrichtung in der Beschichtungsstellung mit einer Drehzahl von höchstens 100 U/min drehbar ist. Wie dem Fachmann bekannt ist, ist es hierbei vorteilhaft, wenn die Drehachse der Aufnahmevorrichtung um wenigstens 5°, bevorzugt wenigstens 20°, von der Senkrechten abweicht, da auf diese Weise das Umwälzen durch die Schwerkraft besser unterstützt werden kann.

[0036] Zum anderen kann durch schnelle Drehung die Aufnahmevorrichtung als Zentrifuge für ein darin befindliches Werkstück dienen, so dass nach dem Beschichten noch anhaftende Beschichtungsflüssigkeit abgeschleudert wird. Hierzu ist es bevorzugt, dass die Aufnahmevorrichtung mit einer Drehzahl von wenigstens 250 U/min drehbar ist, wenn sich die Vorrichtung in der Ruhestellung befindet. In dieser Stellung ist die Beschichtungsflüssigkeit wenigstens teilweise vom Beschichtungsbehälter in den Vorratsbehälter abgefließen und das Werkstück befindet sich - wie oben geschildert - bevorzugterweise oberhalb des Pegels der Beschichtungsflüssigkeit. Somit kann die Aufnahmevorrichtung wie Zentrifugen, die aus dem Stand der Technik bekannt sind, zum Abschleudern genutzt werden. Innerhalb des oben geschilderten Verfahrens erfolgt das Abschleudern zwischen Schritt b) und Schritt d), d.h. das Abschleudern kann ggf. schon während des Verstellens in die Ruhestellung, also

während Schritt c), beginnen. Dies kann eventuell zur Zeitersparnis sinnvoll sein, allerdings liegt es auf der Hand, dass ein Abschleudern erst einsetzen sollte, wenn die Beschichtungsflüssigkeit so weit abgeflossen ist, dass sich das Werkstück oberhalb des Flüssigkeitspegels befindet.

[0037] Es ist möglich, die Umwälzfunktion ohne die Zentrifugenfunktion zu realisieren und umgekehrt. Für eine effiziente Verfahrensführung, bei der möglichst viele Verfahrensschritte innerhalb einer Vorrichtung realisiert werden, ist jedoch eine Kombination der beiden Funktionen als vorteilhaft anzusehen.

[0038] Im Sinne einer effizienten Nutzung der vorhandenen Beschichtungsflüssigkeit sollte sich während des Beschichtungsvorgangs ein möglichst großer Anteil der Flüssigkeit im Beschichtungsbehälter befinden, d.h. es sollte möglichst wenig Flüssigkeit im Vorratsbehälter zurückbleiben. Insbesondere wird sich in der Regel in der Beschichtungsstellung der Bereich der Aufnahmevorrichtung - falls eine solche vorhanden ist - wenigstens teilweise unterhalb des Pegels der Beschichtungsflüssigkeit befinden. Daher ist es bevorzugt, dass sich in der Beschichtungsstellung höchstens 50% des Volumens des Vorratsbehälters unterhalb der Durchtrittsöffnung befinden. Besonders bevorzugt befindet sich das gesamte Volumen des Vorratsbehälters in der Beschichtungsstellung oberhalb der Durchtrittsöffnung.

[0039] In gleichem Maße sollte in der Ruhestellung der Beschichtungsbehälter möglichst frei von Beschichtungsflüssigkeit sein. Daher ist die erfindungsgemäße Vorrichtung in einer Weiterentwicklung so ausgebildet, dass sich in der Ruhestellung ein Teilvolumen des Beschichtungsbehälters, das höchstens 50%, des Volumens des Vorratsbehälters entspricht, unterhalb der Durchtrittsöffnung befindet. Besonders bevorzugt befindet sich in der Ruhestellung das gesamte Volumen des Beschichtungsbehälters oberhalb der Durchtrittsöffnung.

[0040] Grundsätzlich kann der Beschichtungsraum einem Kontaminationsrisiko durch Umgebungsluft und hiermit verbundene Feuchtigkeit ausgesetzt sein. Daher ist es sinnvoll, dass in der Ruhestellung möglichst wenig Beschichtungsflüssigkeit im Beschichtungsbehälter verbleibt, z.B. während ein Ein- und Austragen des Werkstücks erfolgt. Denn zumindest in dieser Phase ist ein Gasaustausch zwischen der Umgebung und dem Inneren des Beschichtungsbehälters über die Beschicköffnung möglich. Des Weiteren ist ein höherer Restpegel von Beschichtungsflüssigkeit im Beschichtungsbehälter in der Ruhestellung in sofern nachteilig, als in dieser Stellung üblicherweise ein Abtropfen o. Ä. der noch am Werkstück haftenden Flüssigkeit erfolgt. Hierzu muss dafür gesorgt werden, dass kein Teil des Werkstücks in eventuell noch im Beschichtungsbehälter stehende Flüssigkeit eintaucht. D.h., falls eine Aufnahmevorrichtung vorhanden ist, sollte sich diese in der Ruhestellung oberhalb des Flüssigkeitspegels befinden. Dies kann umso leichter erreicht werden, je niedriger der verbleibende Pegel

an Restflüssigkeit ist.

[0041] Eine möglichst effiziente Nutzung des Vorratsbehälters, insbesondere ein vollständiges Abfließen der Beschichtungsflüssigkeit in diesen, wird auch dadurch unterstützt, dass sich in der Ruhestellung das gesamte Volumen des Vorratsbehälters unterhalb der Durchtrittsöffnung befindet. Hierdurch lässt sich auch bei entsprechender Befüllung, auf die unten noch eingegangen wird, gewährleisten, dass der gesamte Vorratsbehälter in der Ruhestellung mit Beschichtungsflüssigkeit gefüllt ist.

[0042] In einer Weiterentwicklung der Erfindung weist der Beschichtungsbehälter eine verschließbare Beschicköffnung zum Einbringen des Werkstücks auf. Um eine Kontamination der Beschichtungsflüssigkeit zu verhindern, ist die Beschicköffnung bevorzugt luftdicht verschließbar. Es ist auch denkbar, dass an der Beschicköffnung eine Schleusenkammer ausgebildet ist, die beidseitig luftdicht verschließbar ist und somit einen Gasaustausch zwischen der Umgebung und dem Beschichtungsbehälter völlig unterbindet.

[0043] Um einen Kontakt zwischen der Beschichtungsflüssigkeit und der Beschicköffnung zu vermeiden, ist die Vorrichtung bevorzugt so ausgebildet, dass sich in der Beschichtungsstellung ein Teilvolumen des Beschichtungsbehälters, das wenigstens gleich dem Volumen des Vorratsbehälters ist, unterhalb der Beschicköffnung befindet. Hierdurch ist gewährleistet, dass selbst dann, wenn alle Beschichtungsflüssigkeit aus dem Vorratsbehälter in den Beschichtungsbehälter geflossen ist, die Beschicköffnung sich oberhalb des Pegels der Beschichtungsflüssigkeit befindet. So wird zum einen die Beschicköffnung vor möglichen schädlichen Einflüssen geschützt, d.h. es müssen bei der Konstruktion von Dichtungen o. Ä. nicht notwendigerweise Materialien verwendet werden, die gegen die Beschichtungsflüssigkeit unempfindlich sind. Schließlich kann ausgeschlossen werden, dass z.B. beim Öffnen eines Verschlusses der Beschicköffnung Beschichtungsflüssigkeit ungewollt ausgetragen wird.

[0044] Oft wird der elektrochemische Beschichtungsprozess durch die Temperatur, bei der er durchgeführt wird, maßgeblich beeinflusst. Insbesondere einige ionische Flüssigkeiten zeigen hier eine Empfindlichkeit gegenüber Temperaturschwankungen, die schlimmstenfalls dazu führen kann, dass die Flüssigkeit völlig unbrauchbar wird. Generell sind Eigenschaften wie Viskosität und Leitfähigkeit, die für den elektrochemischen Beschichtungsprozess entscheidend sind, temperaturabhängig. Um eine Temperierung der Beschichtungsflüssigkeit zu gewährleisten, umfasst die Vorrichtung in einer Weiterbildung der Erfindung Mittel zum Heizen und/oder Mittel zum Kühlen der Beschichtungsflüssigkeit. Welche Mittel hierbei nötig sind, hängt mitunter von der verwendeten Beschichtungsflüssigkeit ab. Liegt deren optimale Arbeitstemperatur zwischen 70°C und 80°C und die Vorrichtung steht in einer Umgebung mit Raumtemperatur, so wird man auf Mittel zum Kühlen verzichten können. Liegt die optimale Arbeitstemperatur hingegen zwischen

15°C und 20°C, so sind in der Regel Mittel zum Heizen entbehrlich. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass während des Beschichtens der Flüssigkeit ständig Wärme zugeführt wird, da der Beschichtungsstrom Widerstandsverluste in der Flüssigkeit erfährt.

[0045] In jedem Fall können sowohl die Mittel zum Kühlen als auch die Mittel zum Heizen unterschiedlichster Art sein. In Frage kommen elektrische Heizschlangen, die in die Behälterwand integriert sind oder in den Behälterinnenraum ragen. Auch schlangen- oder lamellenartige Wärmetauschersysteme, die einer warmen bzw. kühlen Flüssigkeit durchflossen werden, sind geeignet. Schließlich ist es möglich, warmes oder kühles Inertgas direkt durch die Beschichtungsflüssigkeit zu leiten. Zum Heizen kann natürlich auch Infrarotstrahlung eingesetzt werden. Falls die Durchtrittsöffnung als Leitung, also gestreckt ausgebildet ist, können Mittel zum Heizen bzw. Kühlen an deren Wandung angeordnet sein, so dass die Durchtrittsöffnung als Durchlauferhitzer bzw. Durchlaufkühler wirkt.

[0046] Praktisch alle Beschichtungsflüssigkeiten, insbesondere Tauchlacke, aber auch Flüssigkeiten zum galvanischen Beschichten, zeigen ein Absetzverhalten. Zwar erfolgt ein gewisses Durchmischen der Beschichtungsflüssigkeit beim Fließen von einem Behälter in den anderen. Dennoch ist es vorteilhaft, wenn die Vorrichtung Mittel zum Durchmischen der Beschichtungsflüssigkeit umfasst. Diese können so ausgebildet sein, dass sie auf die Flüssigkeit im Beschichtungsbehälter und/oder im Vorratsbehälter einwirken. Solche Mittel können einen mechanischen Rührer, der über einen Motor und eine Welle angetrieben wird, umfassen. Daneben sind aber auch Magnetrührer vorteilhaft, da diese keine zusätzliche Öffnung in einer Behälterwand für eine mechanische Ankopplung benötigen. Besonders vorteilhaft ist ein Durchmischen mittels Ultraschall, da es hierbei überhaupt keiner zusätzlichen Teile innerhalb des jeweiligen Behälters bedarf. Die jeweiligen Mittel zum Durchmischen können periodisch oder kontinuierlich betrieben werden.

[0047] Es ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung denkbar, dass ein Teil der Wandung des Beschichtungsbehälters, die Aufnahmevorrichtung oder Teile derselben als Elektrode zur Kontaktierung des Werkstücks ausgebildet sind. Hierbei ist zu gewährleisten, dass während des gesamten Beschichtungsvorgangs (abgesehen eventuell von kurzen Unterbrechungen) jedes Werkstück direkt oder indirekt (über andere Werkstücke) in elektrischem Kontakt zu dieser Elektrode steht. In einer Weiterentwicklung der Erfindung ist allerdings wenigstens eine Elektrode zur Kontaktierung des Werkstücks in den Beschichtungsbehälter verfahrbar. Ein solches Verfahren kann über ein Getriebe, pneumatisch oder hydraulisch erfolgen, wobei letzteres bevorzugt ist.

[0048] Die wenigstens eine Gegenelektrode kann hierbei fest installiert oder ebenfalls verfahrbar angeordnet sein. Es muss in jedem Fall gewährleistet sein, dass die Gegenelektrode während des Beschichtungsvorgangs

in die Beschichtungsflüssigkeit taucht. Besonders vorteilhaft ist es, wenn wenigstens eine Elektrode zur Kontaktierung des Werkstücks flexibel aufgehängt ist. Durch eine solche Aufhängung ist es möglich, dass die Elektrode auch bei sich bewegenden Werkstücken den Bewegungen derselben folgt und somit ständig Kontakt hält. Die Flexibilität kann durch ein Kabel oder eine Art Schlauch realisiert werden. Typischerweise kann in diesem Fall die Elektrode von oben herabhängen, womit sie im Wesentlichen aufgrund der Schwerkraft Kontakt mit den Werkstücken hält.

[0049] Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann ein Beschichtungsverfahren durchgeführt werden. Hierzu werden der Beschichtungsbehälter und/oder der Vorratsbehälter vorab wenigstens teilweise mit einer Beschichtungsflüssigkeit gefüllt. Bei dem erfindungsgemäßen Beschichtungsverfahren werden in zeitlicher Abfolge die folgenden Schritte durchgeführt:

- a) Einbringen des Werkstücks in den Beschichtungsbehälter,
- b) elektrochemisches Abscheiden einer Beschichtung auf dem Werkstück, während sich die Vorrichtung in der Beschichtungsstellung befindet,
- c) Verstellen der Vorrichtung in die Ruhestellung und
- d) Entfernen des Werkstücks aus dem Beschichtungsbehälter

[0050] Hierbei ist es möglich, dass die Vorrichtung vor oder aber nach dem Einbringen des Werkstücks in den Beschichtungsbehälter in die Beschichtungsstellung verstellt wird.

[0051] In einer Weiterbildung des Verfahrens wird eine Vorrichtung verwendet, die eine Aufnahmevorrichtung sowie motorische Mittel zum Drehen der Aufnahmevorrichtung umfasst, wobei die Aufnahmevorrichtung durch die motorischen Mittel während des Abscheidens der Metallschicht mit höchstens 100 U/min gedreht wird.

[0052] Um Beschichtungsflüssigkeit bereits innerhalb des Beschichtungsbehälters vom Werkstück abzuschleudern, ist es vorteilhaft, wenn bei dem Verfahren eine Vorrichtung verwendet wird, die eine Aufnahmevorrichtung sowie motorische Mittel zum Drehen der Aufnahmevorrichtung umfasst, und zwischen Schritt b) und Schritt d) die Aufnahmevorrichtung durch die motorischen Mittel mit wenigstens 250 U/min gedreht wird.

[0053] In einer bevorzugten Variante des geschilderten Beschichtungsverfahrens wird eine Vorrichtung verwendet, die mindestens eine Elektrode umfasst, die zur Kontaktierung des Werkstücks in den Beschichtungsbehälter verfahrbar ist, und die Elektrode wird vor dem Abscheidevorgang, also vor Schritt b), in den Beschichtungsbehälter verfahren, so dass sie während Schritt b) wenigstens zeitweise das Werkstück kontaktiert. Nach dem Ende des Abscheidevorgangs wird die Elektrode wieder aus dem Beschichtungsbehälter verfahren. Bevorzugt wird die Elektrode nach dem Einbringen des Werkstücks in den Beschichtungsbehälter in diesen ver-

fahren und wieder aus diesem heraus verfahren, bevor das Werkstück entfernt wird. Die Elektrode kann vor, während oder nach dem Verstellen der Vorrichtung in die Ruhestellung aus dem Beschichtungsbehälter herausgefahren werden.

[0054] Um bei dem Verfahren einen optimalen Schutz der Beschichtungsflüssigkeit vor Kontamination zu gewährleisten, ist es vorteilhaft, wenn ein Volumen an Beschichtungsflüssigkeit zwischen 80% und 110%, bevorzugt zwischen 95% und 105%, besonders bevorzugt zwischen 99% und 101% des Volumens des Vorratsbehälters eingesetzt wird. Somit bleibt in der Ruhestellung zum einen wenig bzw. keine Flüssigkeit im Beschichtungsbehälter, zum anderen ist der Vorratsbehälter möglichst vollständig mit Beschichtungsflüssigkeit gefüllt. In diesem Fall ist der einzige Teil der Oberfläche der Flüssigkeit, der mit Gas aus dem Beschichtungsbehälter in Kontakt steht, derjenige, der sich an der Durchtrittsöffnung und, falls vorhanden, an der Öffnung zum Gasaustausch befindet. Dies bedeutet, dass eine potenzielle Kontamination auch nur über diese relativ kleinen Oberflächen erfolgen kann und somit weitgehend unterbunden wird.

[0055] Vorzugsweise wird bei diesem Verfahren als Beschichtungsflüssigkeit eine ionische Flüssigkeit verwendet wird, die Ionen wenigstens eines Elementes umfasst. Diese Ionen können entweder Teil der ionischen Flüssigkeit sein, oder aber in dieser gelöst vorliegen. Als Elemente kommen hierbei insbesondere Metalle und Halbleiter in Frage, aber auch Nichtmetalle sind explizit eingeschlossen.

[0056] Insbesondere kann mit der Vorrichtung die Abscheidung von Aluminium aus einer ionischen Flüssigkeit, z.B. 1-Ethyl-3-Methylimidazoliumchlorid, in der ein Aluminiumsalz, z.B. Aluminiumchlorid, gelöst ist, durchgeführt werden. Ebenso können Aluminiumlegierungen abgeschieden werden. Hierbei sind Legierungen von Aluminium mit wenigstens einem der Elemente Silizium, Eisen, Kupfer, Mangan, Magnesium, Chrom, Nickel, Zink, Blei sowie Titan bevorzugt.

[0057] Details der Erfindung werden im Folgenden mit Bezug auf die Figuren erläutert. Hierbei zeigt

- Fig. 1a eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in der Ruhestellung vor dem Beschicken;
- Fig. 1b eine schematische Darstellung der Vorrichtung aus Fig. 1a in der Ruhestellung nach dem Beschicken;
- Fig. 1c eine schematische Darstellung der Vorrichtung aus Fig. 1a in der Beschichtungsstellung;
- Fig. 2a eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in der Ruhestellung;
- Fig. 2b eine schematische Darstellung der Vorrichtung aus Fig. 2a in der Beschichtungsstellung;
- Fig. 3a eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen

Vorrichtung in der Ruhestellung und

Fig. 3b eine schematische Darstellung der Vorrichtung aus Fig. 3a in der Beschichtungsstellung.

[0058] Die Figuren 1a bis 1c zeigen eine erfindungsgemäße Beschichtungsvorrichtung 1 in Ruhestellung vor (Fig. 1a) und nach dem Beschicken (Fig. 1b) sowie während des Beschichtens (Fig. 1c). Die Beschichtungsvorrichtung 1 umfasst einen Beschichtungsbehälter 2 sowie einen Vorratsbehälter 3, in dem sich eine Beschichtungsflüssigkeit 20 befindet. Die Beschichtungsflüssigkeit 20 besteht aus einer Schmelze von 1-Ethyl-3-Methylimidazoliumchlorid, in der Aluminiumchlorid gelöst ist. Die Beschichtungsflüssigkeit 20 neigt bei Kontakt mit Feuchtigkeit zur Chlorwasserstoffbildung, was durch die geringe Luftfeuchtigkeit in der Trockenkammer begrenzt wird. Die Bildung von CH-Gas wird dadurch unterdrückt, dass der Beschichtungsbehälter 2 ständig mit getrockneter Luft gespült wird (relative Feuchte der getrockneten Luft unter 0,1%).

[0059] Die Behälter 2, 3 sind durch eine Durchtrittsöffnung 4 für die Beschichtungsflüssigkeit 20 miteinander verbunden. Daneben ist eine zweite Verbindung durch eine oberhalb der Durchtrittsöffnung 4 befindliche Öffnung 15 zum Gasaustausch gegeben.

Die Vorrichtung 1 ist durch Drehung der Behälter 2, 3 um eine gemeinsame Drehachse A zwischen der in Fig. 1a dargestellten Ruhestellung und einer Beschichtungsstellung gemäß Fig. 1c verstellbar. Die Drehachse A verläuft senkrecht zur Ebene der Darstellung. Hierbei ist die erste Achse A durch eine Welle (nicht dargestellt) vorgegeben, mittels der die Behälter 2, 3 mit einer an einem Sockel 16 montierten Motor-Getriebe-Einheit (ebenfalls nicht dargestellt) verbunden sind. Über die Motor-Getriebe-Einheit wird das Verstellen der Vorrichtung 1 realisiert. Bei der dargestellten Vorrichtung 1 sind beide Behälter 2, 3 aus einem Stück aus einem Keramikmaterial oder aus Glas gefertigt, das gegenüber Chlorwasserstoff unempfindlich ist.

[0060] In der Ruhestellung (Fig. 1a, b) befindet sich das gesamte Volumen des Vorratsbehälters 3 unterhalb der Durchtrittsöffnung 4, das gesamte Volumen des Beschichtungsbehälters 2 befindet sich oberhalb der Durchtrittsöffnung 4. Das Volumen der Beschichtungsflüssigkeit 20 ist identisch mit dem des Vorratsbehälters 3, so dass dieser in der Ruhestellung vollständig gefüllt ist. Daher hat nur ein kleiner Teil der Beschichtungsflüssigkeit 20 angrenzend an die Durchtrittsöffnung 4 sowie die Öffnung 15 zum Gasaustausch Kontakt mit der Luft im Beschichtungsbehälter 2. Die - ohnehin geringe - Luftfeuchtigkeit der Luft im Beschichtungsbehälter 2 hat somit nur eine geringe Berührungsfläche mit der Beschichtungsflüssigkeit 20, was die Chlorwasserstoffentwicklung weiter minimiert.

[0061] Der Beschichtungsbehälter 2 in Fig. 1a weist eine Beschicköffnung 5 auf, die durch einen Deckel 6 verschließbar ist. Dieser Deckel 6 ist zum Einbringen eines Korbes 21 geöffnet. An der Außenseite des Be-

schichtungsbehälters 2 ist an einer schwenk- und verfahrbaren Aufhängung 12 eine Kontaktelektrode 11 angebracht, die durch eine Elektrodenöffnung 17 im Deckel 6 in den Beschichtungsbehälter 2 verfahren werden kann. Die Aufhängung 12 weist auch einen flexiblen Abschnitt 13 auf. Im Beschichtungsbehälter 2 befindet sich eine Aluminiumelektrode 14, die als Gegenelektrode zu der Kontaktelektrode 11 dient.

[0062] Innerhalb des Beschichtungsbehälters 2 ist eine Aufnahmevorrichtung 7 für einen Korb 21 mit Werkstücken 22 angeordnet. Die Aufnahmevorrichtung 7 kann über eine durch die Wand des Beschichtungsbehälters 2 geführte Welle 8 in Drehung versetzt werden. Die Aufnahmevorrichtung 7 ist in diesem Fall als Bottich mit durchbrochener Wandung ausgebildet, so dass der Korb 21 in sie eingesetzt werden kann und gegen größere Positionsänderungen gesichert ist, gleichzeitig aber Flüssigkeit 20 durch die Wandung der Aufnahmevorrichtung 7 zum Korb 21 gelangen kann.

[0063] Die Welle 8 ist über ein am Beschichtungsbehälter 2 angeordnetes Getriebe 9 ansteuerbar. Dieses wird wiederum von einem Motor 10 angetrieben. Somit kann die Aufnahmevorrichtung 7 um eine Rotationsachse B gedreht werden, die in etwa mit der Symmetrieachse der Aufnahmevorrichtung 7 identisch ist und die in der Ruhestellung - bezogen auf die durch die Schwerkraft vorgegebene Richtung - senkrecht verläuft.

[0064] In der Ruhestellung befinden sich die Volumenschwerpunkte beider Behälter 2, 3 auf unterschiedlichen Seiten einer senkrechten Ebene durch die erste Achse A, wobei die erste Achse A allerdings durch den Beschichtungsbehälter 2 verläuft. Dies liegt daran, dass sowohl die Aufhängung 12 mit der Kontaktelektrode 11 als auch Aufnahmevorrichtung 7, Getriebe 9 und Motor 10 mit dem Beschichtungsbehälter 2 verbunden sind, weshalb der effektive Massenschwerpunkt des Systems auf Seiten des Beschichtungsbehälters 2 liegt. Durch die vorliegende Anordnung der ersten Achse A wird erreicht, dass die Drehmomente durch das Gewicht der Bauteile auf beiden Seiten einander wenigstens teilweise aufheben, so dass sie gewissermaßen "ausbalanciert" sind.

[0065] Nachstehend wird die Arbeitsweise der in den Figuren 1a bis 1c dargestellten Beschichtungsanordnung 1 beispielhaft erläutert. 20 kg Stahlschrauben 22 sind zur Beschichtung mit Aluminium vorgesehen. Die Beschichtung soll bei Raumtemperatur durchgeführt werden. Die Schrauben 22 werden zur Beschichtung vorbereitet, indem sie zunächst gesandstrahlt und anschließend zur Entfettung in einem Korb 21 in eine Reinigungslösung bestehend aus Wasser, in dem in je 1 Liter Wasser 9 g Kaliumphosphat und 27 g Kaliumhydroxid gelöst wurden, bei 85°C entfettet. Nach einer Einwirkzeit von 5 min wird der Korb 21 aus dem Bad (hier nicht dargestellt) herausgehoben. Der Korb 21 mit den Schrauben 22 mit Leitungswasser abgespült und anschließend trocken geschleudert. Danach werden die Schrauben 22 mittels eines Heißluftstroms weiter getrocknet.

[0066] Die getrockneten Schrauben 22 werden im

Korb 21 zur Beschichtungsanordnung 1 überführt. Der Korb 21 wird in den Bottich der Aufnahmevorrichtung 7 eingesetzt, wodurch er gegen größere Verschiebungen gesichert ist. Nach dem Verschließen des Deckels 6 wird die Kontaktelektrode 11 mittels der Aufhängung 12 in den Beschichtungsbehälter 2 verfahren. Dieser Zustand ist in Fig. 1b dargestellt.

[0067] Die Beschichtungsanordnung 1 wird nun in die Beschichtungsstellung gestellt. Hierbei befindet sich der Volumenschwerpunkt des Beschichtungsbehälters - bezogen auf die senkrechte Ebene durch die erste Achse A - auf der Seite der Achse A, auf der die Drehung ein Absenken bewirkt, während sich der Schwerpunkt des Vorratsbehälters 3 auf der Seite befindet, wo die Drehung ein Anheben bewirkt. Hierdurch verlagert sich der Volumenschwerpunkt des Vorratsbehälters 3 gegenüber dem des Beschichtungsbehälters 2 nach oben. Beschichtungsflüssigkeit 20 fließt durch die Durchtrittsöffnung 4 in den Beschichtungsbehälter 2, während durch die Öffnung 15 zum Gasaustausch sichergestellt ist, dass auch dann, wenn die Durchtrittsöffnung 4 vollständig mit Beschichtungsflüssigkeit 20 gefüllt ist, ein Druckausgleich erfolgen kann.

[0068] Wie in Fig. 1c erkennbar ist, die die Beschichtungsanordnung 1 in der Beschichtungsstellung zeigt, ist das Profil des Vorratsbehälters 3 so ausgebildet, dass es in dieser Stellung in Richtung auf die Durchtrittsöffnung 4 abschüssig ist, wodurch das Abfließen unterstützt wird. In der Beschichtungsstellung befindet sich das gesamte Volumen des Vorratsbehälters 3 oberhalb der Durchtrittsöffnung 4. Die Schrauben 22 sind von der Beschichtungsflüssigkeit 20 umspült, die Aluminiumelektrode 14 taucht in die Beschichtungsflüssigkeit 20 ein. Die flexible Kontaktelektrode 11 liegt hierbei lose auf den Schrauben 22 auf, so dass jede der Schrauben 22 direkt oder indirekt mit elektrisch mit dieser verbunden ist.

[0069] Zur Beschichtung wird die Aufnahmevorrichtung 7 mit dem Korb 21 in langsame Drehung von 20 U/min versetzt, während zwischen der Aluminiumelektrode 14 und der Kontaktelektrode 11 eine Spannung angelegt wird, so dass die Aluminiumelektrode 14 als Anode fungiert. Die Spannung wird so eingestellt, dass ein Abscheidungsstrom mit einer mittleren Stromdichte von 10 A/dm² resultiert. Die Schrauben 22, die durch die lose aufliegende Kontaktelektrode 11 das gleiche elektrische Potential aufweisen wie diese, werden durch Abscheidung von Aluminium aus der Beschichtungsflüssigkeit 20 beschichtet, während sich kontinuierlich Aluminiumionen durch Oxidation von der Anode 14 ablösen, so dass die Aluminiumkonzentration in der Beschichtungsflüssigkeit 20 konstant bleibt.

[0070] Nach einer Beschichtungsdauer von 5 min ist auf den Schrauben 22 eine Al-Schicht von ca. 10 µm Dicke abgeschieden, die Spannung wird abgeschaltet, die Aufnahmevorrichtung 7 wird angehalten und die Vorrichtung 1 wird zurück in die Ruhestellung verfahren, wonach sich das gesamte Volumen des Vorratsbehälters 3 wieder unter der Durchtrittsöffnung 4 befindet (siehe Fig.

1b). Hierbei läuft der Großteil der Flüssigkeit 20 aus dem Beschichtungsbehälter 2 in den Vorratsbehälter 3 ab. Es haften allerdings noch Flüssigkeitsreste an den Schrauben 22 an. Um diese abzuschleudern wird die Aufnahmeverrichtung 7 in schnelle Rotation von 300 U/min versetzt. Nach drei Schleudervorgängen von jeweils 20 Sekunden mit jeweils 10 Sekunden Pause sind die Schrauben 22 nahezu frei von Beschichtungsflüssigkeit 20.

[0071] Nach dem Abschleudern wird die Kontaktelektrode 11 aus dem Beschichtungsbehälter 2 verfahren. Der Deckel 6 der Beschicköffnung 5 wird geöffnet und der Korb 21 wird aus dem Beschichtungsbehälter 2 gehoben. Damit ist das erfindungsgemäße Beschichtungsverfahren abgeschlossen.

[0072] Die fertig beschichteten Schrauben 22 werden einem Eloxierungsprozess unterzogen, wodurch die Oberfläche der Aluminiumbeschichtung passiviert wird.

[0073] Fig. 2a und Fig. 2b zeigen stark schematisiert eine weitere Ausführungsform einer Vorrichtung 101 zum elektrochemischen Beschichten. Hierbei befinden sich ein Beschichtungsbehälter 102 mit einer Beschicköffnung 105 und ein Vorratsbehälter 103 auf derselben Seite einer gemeinsamen Drehachse A', wobei sich allerdings der Vorratsbehälter 103 weiter außen befindet. In der in Fig. 2a dargestellten Ruhestellung befindet sich der Vorratsbehälter 103 unterhalb einer Durchtrittsöffnung 104 und Beschichtungsflüssigkeit 120 ist in ihm aufgenommen. Beim Verstellen in die Beschichtungsstellung 101 verlagert sich der Volumenschwerpunkt des Vorratsbehälters 103 gegenüber dem des Beschichtungsbehälters 102 nach oben, wodurch die Beschichtungsflüssigkeit 120 in den Beschichtungsbehälter 102 fließt. Um das durch die Behälter 102, 103 hervorgerufene Drehmoment auszugleichen, sind diese mit einem Gegengewicht 118 verbunden, das sich auf der anderen Seite der Drehachse A' befindet.

[0074] Fig. 3a und Fig. 3b zeigen eine dritte Ausführungsform einer Vorrichtung 201 zum elektrochemischen Beschichten, bei der sich ein Beschichtungsbehälter 202 mit einer Beschicköffnung 205 und ein Vorratsbehälter 203 auf einer Seite einer gemeinsamen Drehachse A'' befinden, wobei wiederum ein Gegengewicht 218 mit den Behältern 202, 203 verbunden ist. Hierbei haben beide Behälter 202, 203 den gleichen Abstand von der Drehachse A'', jedoch befindet sich der Vorratsbehälter 203 in der in Fig. 3a dargestellten Ruhestellung unterhalb des Beschichtungsbehälters 202, während er sich in der in Fig. 3b dargestellten Beschichtungsstellung oberhalb des Beschichtungsbehälters 202 befindet. Eine Durchtrittsöffnung 204 befindet sich hierbei jeweils zwischen den Behältern 202, 203. Die Drehung erfolgt hierbei jeweils so, dass die beiden Behälter 202, 203 oberhalb der gemeinsamen Drehachse A'' entlang geführt werden. Die dargestellte Vorrichtung 201 arbeitet nach dem Prinzip einer Sanduhr. Um ein möglichst schnelles Abfließen der Beschichtungsflüssigkeit 220 zu gewährleisten, ist auch hier eine Öffnung zum Gasaustausch 215 vorgesehen, die so angeordnet ist, dass sie stets frei von Be-

schichtungsflüssigkeit 220 bleibt.

[0075] In den Figuren 2 und 3 wird auf die Darstellung der Elektroden verzichtet, um das Funktionsschema der Beschichtungsanordnung besser herausstellen zu können.

[0076] Insbesondere dann, wenn Werkstücke aufwändig gereinigt und für die Beschichtung vorbereitet werden müssen, oder wenn nach dem Beschichten noch Spülvorgänge zur Rückgewinnung der ionischen Flüssigkeit vorgesehen sind, kann die erfindungsgemäße Vorrichtung in einem Gehäuse oder in einem Raum aufgestellt sein, in dem ein kontrolliertes Raumklima herrscht, z. B. mit besonders niedriger Luftfeuchte von unter 1%, bevorzugt unter 0,1%.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum elektrochemischen Beschichten eines Werkstücks, mit

- einem Beschichtungsbehälter (2, 102, 202) zur Aufnahme des Werkstücks (22) sowie
- einem Vorratsbehälter (3, 103, 203) für Beschichtungsflüssigkeit (20, 120, 220), der durch wenigstens eine Durchtrittsöffnung (4, 104, 204) für die Beschichtungsflüssigkeit (20, 120, 220) mit dem Beschichtungsbehälter (2, 102, 202) verbunden ist,
- einer Beschicköffnung (5) am Beschichtungsbehälter (2, 102, 202) zum Einbringen des Werkstücks (22) in den Beschichtungsbehälter (2, 102, 202) sowie
- wenigstens einer Elektrode (11) zur Kontaktierung des Werkstücks (22) und wenigstens einer Gegenelektrode (14),

wobei die Vorrichtung (1, 101, 201) durch Drehung des Beschichtungsbehälters (2, 102, 202) und des Vorratsbehälters (3, 103, 203) um wenigstens eine gemeinsame Drehachse (A, A', A'') zwischen einer Beschichtungsstellung zur Aufnahme der Beschichtungsflüssigkeit im Beschichtungsbehälter und einer Ruhestellung zur Aufnahme der Beschichtungsflüssigkeit im Vorratsbehälter derart verstellbar ist, dass sich der Volumenschwerpunkt des Beschichtungsbehälters (2, 102, 202) in der Beschichtungsstellung relativ zum Volumenschwerpunkt des Vorratsbehälters (3, 103, 203) niedriger befindet als in der Ruhestellung,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Durchtrittsöffnung (4, 104, 204) ohne Verschleißmechanismus ausgeführt ist,

wobei die Durchtrittsöffnung relativ klein ist in Relation zu den Abmessungen des Beschichtungs- und des Vorratsbehälters, um ein Eindringen von Gasen und in diesen gelöster Feuchtigkeit vom Beschichtungsbehälter in den Vorratsbehälter zu minimieren,

und der Querschnitt der Durchtrittsöffnung hinreichend groß ist, um ein ungehindertes Hindurchtreten der Beschichtungsflüssigkeit zu gewährleisten.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Beschichtungsbehälter (2, 102, 202) und der Vorratsbehälter (3, 103, 203) in der Beschichtungsstellung und in der Ruhestellung bezogen auf eine senkrechte Ebene durch die Drehachse (A, A', A'') auf der gleichen Seite oder auf unterschiedlichen Seiten der Drehachse (A, A', A'') befinden. 5

3. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Öffnung (15, 215) zum Gasaustausch zwischen dem Beschichtungsbehälter (2, 102, 202) und dem Vorratsbehälter (3, 103, 203). 10

4. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine im Beschichtungsbehälter angeordnete Aufnahmevorrichtung (7) für das Werkstück (22). 15

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufnahmevorrichtung (7) drehbar gelagert ist. 20

6. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich in der Beschichtungsstellung höchstens 50% des Volumens des Vorratsbehälters (3, 103, 203) unterhalb der Durchtrittsöffnung (4, 104, 204) befinden. 25

7. Verfahren zum Beschichten eines Werkstücks (22) in einer Vorrichtung (1, 101, 201) nach Anspruch 1, wobei der Beschichtungsbehälter (2, 102, 202) und/oder der Vorratsbehälter (3, 103, 203) wenigstens teilweise mit einer Beschichtungsflüssigkeit (20, 120, 220) gefüllt sind, mit den in zeitlicher Abfolge durchgeführten Schritten 30
 - a) Einbringen des Werkstücks (22) in den Beschichtungsbehälter (2, 102, 202), 35
 - b) elektrochemisches Abscheiden einer Beschichtung auf dem Werkstück (22), während sich die Vorrichtung (1, 101, 201) in der Beschichtungsstellung befindet, in der sich Beschichtungsflüssigkeit im Beschichtungsbehälter befindet 40
 - c) Verstellen der Vorrichtung (1, 101, 201) in die Ruhestellung, in der die Beschichtungsflüssigkeit im Vorratsbehälter (3, 103, 203) aufgenommen ist, und 45
 - d) Entfernen des Werkstücks (22) aus dem Beschichtungsbehälter (2, 102, 202) 50

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Volumen an Beschichtungsflüssigkeit (20, 120, 220) zwischen 80% und 110%, bevorzugt zwischen 95% und 105%, besonders bevorzugt zwischen 99% und 101% des Volumens des Vorratsbehälters (3, 103, 203) eingesetzt wird. 5

9. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Beschichtungsflüssigkeit (20, 120, 220) eine ionische Flüssigkeit verwendet wird, die Ionen wenigstens eines Elements, bevorzugt Aluminium, umfasst. 10

15 Claims

1. Apparatus for electrochemical coating of a workpiece, comprising 15

- a coating container (2, 102, 202) for receiving the workpiece (22) and
- a reservoir (3, 103, 203) for coating liquid (20, 120, 220) which is connected to the coating container (2, 102, 202) by at least one passage opening (4, 104, 204) for the coating liquid (20, 120, 220),
- a charging opening (5) on the coating container (2, 102, 202) for introducing the workpiece (22) into the coating container (2, 102, 202) and
- at least one electrode (11) for contacting the workpiece (22) and at least one counter electrode (14), 20

wherein the device (1, 101, 201) can be adjusted by rotating the coating container (2, 102, 202) and the storage container (3, 103, 203) about at least one common axis of rotation (A, A', A'') between a coating position for receiving the coating liquid in the coating container and a rest position for receiving the coating liquid in the storage container in such a way, that the volumetric centre of gravity of the coating container (2, 102, 202) in the coating position is lower relative to the volumetric centre of gravity of the storage container (3, 103, 203) than in the rest position, 25

characterized in that,

the passage opening (5) is configured without a closing mechanism, 30

wherein the passage opening (5) is relatively small in relation to the dimensions of the coating container and the storage container to minimize ingress of gases and moisture dissolved therein from the coating container to the storage container, and the cross-section of the passage opening (5) is sufficiently large to ensure unhindered passage of the coating liquid. 35

2. Apparatus according to claim 1, **characterized in that** the coating container (2, 102, 202) and the res- 40

ervoir (3, 103, 203) in the coating position and in the rest position are on the same side or on different sides of the axis of rotation (A, A', A'') with respect to a vertical plane through the axis of rotation (A, A', A'').

3. Apparatus according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises an opening (15, 215) for gas exchange between the coating container (2, 102, 202) and the storage container (3, 103, 203). 10
4. Apparatus according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises a device (7) for receiving the workpiece (22) arranged in the coating container. 15
5. Apparatus according to claim 4, **characterized in that** the receiving device (7) is rotatably mounted. 20
6. Apparatus according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** in the coating position at most 50% of the volume of the storage container (3, 103, 203) is located below the passage opening (4, 104, 204). 25
7. Method for coating a workpiece (22) in an apparatus (1, 101, 201) according to claim 1, wherein the coating container (2, 102, 202) and/or the storage container (3, 103, 203) are at least partially filled with a coating liquid (20, 120, 220), comprising the time-sequential sequentially performed steps of 30
 - a) inserting the workpiece (22) into the coating container (2, 102, 202) 35
 - b) electrochemically depositing a coating on the workpiece (22) while the apparatus (1, 101, 201) is in the coating position in which coating liquid is present in the coating container
 - c) moving the apparatus (1, 101, 201) into the rest position in which the coating liquid is received in the reservoir (3, 103, 203), and 40
 - d) removing the workpiece (22) from the coating container (2, 102, 202) 45
8. Method according to claim 7, **characterized in that** a volume of coating liquid (20, 120, 220) of between 80% and 110%, preferably between 95% and 105%, particularly preferably between 99% and 101%, of the volume of the reservoir (3, 103, 203) is used. 50
9. Method according to at least one of claims 7 or 8, **characterized in that** an ionic liquid comprising ions of at least one element, preferably aluminium, is used as coating liquid (20, 120, 220). 55

Revendications

1. Dispositif de revêtement électrochimique d'une pièce, comprenant 5
 - un récipient de revêtement (2, 102, 202) pour recevoir la pièce (22), ainsi que
 - un récipient de stockage (3, 103, 203) pour un liquide de revêtement (20, 120, 220), lequel est raccordé, au moyen d'au moins une ouverture de passage (4, 104, 204) pour le liquide de revêtement (20, 120, 220), au récipient de revêtement (2, 102, 202),
 - une ouverture de chargement (5) sur le récipient de revêtement (2, 102, 202) pour introduire la pièce (22) dans le récipient de revêtement (2, 102, 202), ainsi que
 - au moins une électrode (11) pour entrer en contact avec la pièce (22) et au moins une contre-électrode (14),

le dispositif (1, 101, 201), par rotation du récipient de revêtement (2, 102, 202) et du récipient de stockage (3, 103, 203) autour d'au moins un axe de rotation (A, A', A'') commun, entre une position de revêtement pour recevoir le liquide de revêtement dans le récipient de revêtement et une position de repos pour recevoir le liquide de revêtement dans le récipient de stockage, étant réglable de telle sorte que le centre de gravité volumique du récipient de revêtement (2, 102, 202) se trouve plus bas par rapport au centre de gravité volumique du récipient de stockage (3, 103, 203) dans la position de revêtement que dans la position de repos, **caractérisé en ce que** l'ouverture de passage (4, 104, 204) est conçue sans mécanisme de fermeture, l'ouverture de passage étant relativement petite par rapport aux dimensions des récipients de revêtement et de stockage, pour minimiser une pénétration de gaz et d'humidité dissoute dans lesdits gaz du récipient de revêtement dans le récipient de stockage et la section transversale de l'ouverture de passage étant suffisamment grande pour assurer un passage libre du liquide de revêtement.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le récipient de revêtement (2, 102, 202) et le récipient de stockage (3, 103, 203) se trouvent, dans la position de revêtement et dans la position de repos, par rapport à un plan vertical traversant l'axe de rotation (A, A', A''), du même côté ou de différents côtés de l'axe de rotation (A, A', A'').
3. Dispositif selon au moins l'une des revendications précédentes, **caractérisé par** une ouverture (15, 215) destinée à l'échange de gaz entre le récipient de revêtement (2, 102, 202) et le récipient de stockage (3, 103, 203).

4. Dispositif selon au moins l'une des revendications précédentes, **caractérisé par** un dispositif de réception (7), disposé dans le récipient de revêtement, pour la pièce (22). 5
5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le dispositif de réception (7) est monté rotatif.
6. Dispositif selon au moins l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, dans la position de revêtement, au plus 50 % du volume du récipient de stockage (3, 103, 203) sont en dessous de l'ouverture de passage (4, 104, 204). 10
7. Procédé de revêtement d'une pièce (22) dans un dispositif (1, 101, 201) selon la revendication 1, dans lequel le récipient de revêtement (2, 102, 202) et/ou le récipient de stockage (3, 103, 203), au moins partiellement, sont remplis d'un liquide de revêtement (20, 120, 220), comprenant les étapes suivantes, effectuées dans l'ordre chronologique 15
 - a) l'introduction de la pièce (22) dans le récipient de revêtement (2, 102, 202),
 - b) le dépôt électrochimique d'un revêtement sur la pièce (22), lors duquel le dispositif (1, 101, 201) se trouve dans la position de revêtement, dans laquelle le liquide de revêtement se trouve dans le récipient de revêtement 25
 - c) le réglage du dispositif (1, 101, 201) dans la position de repos, dans laquelle le liquide de revêtement est reçu dans le récipient de stockage (3, 103, 203), et 30
 - d) l'enlèvement de la pièce (22) du récipient de revêtement (2, 102, 202) 35
8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'un** volume de liquide de revêtement (20, 120, 220), entre 80 % et 110 %, de préférence entre 95 % et 105 %, de manière particulièrement préférée entre 99 % et 101 % du volume du récipient de stockage (3, 103, 203), est utilisé. 40
9. Procédé selon au moins l'une des revendications 7 ou 8, **caractérisé en ce que**, en tant que liquide de revêtement (20, 120, 220), un liquide ionique est utilisé, lequel comprend des ions d'au moins un élément, de préférence de l'aluminium. 45

50

55

Fig. 1a

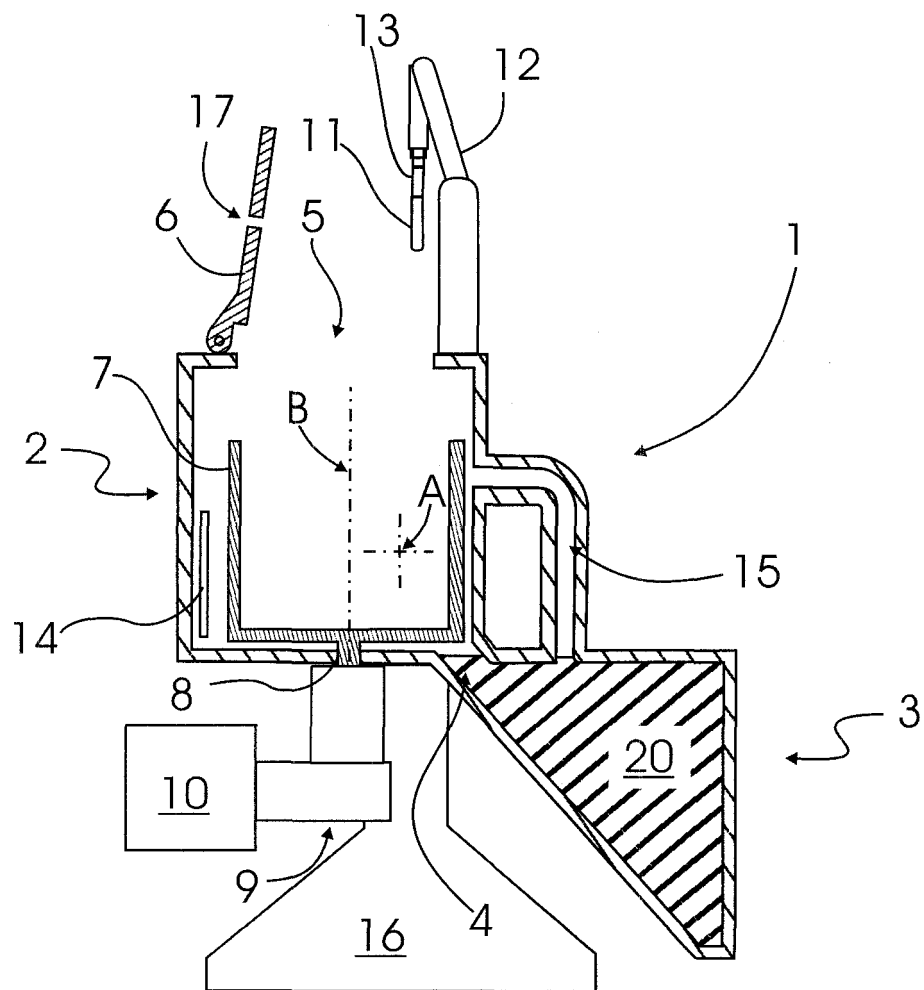


Fig. 1 b

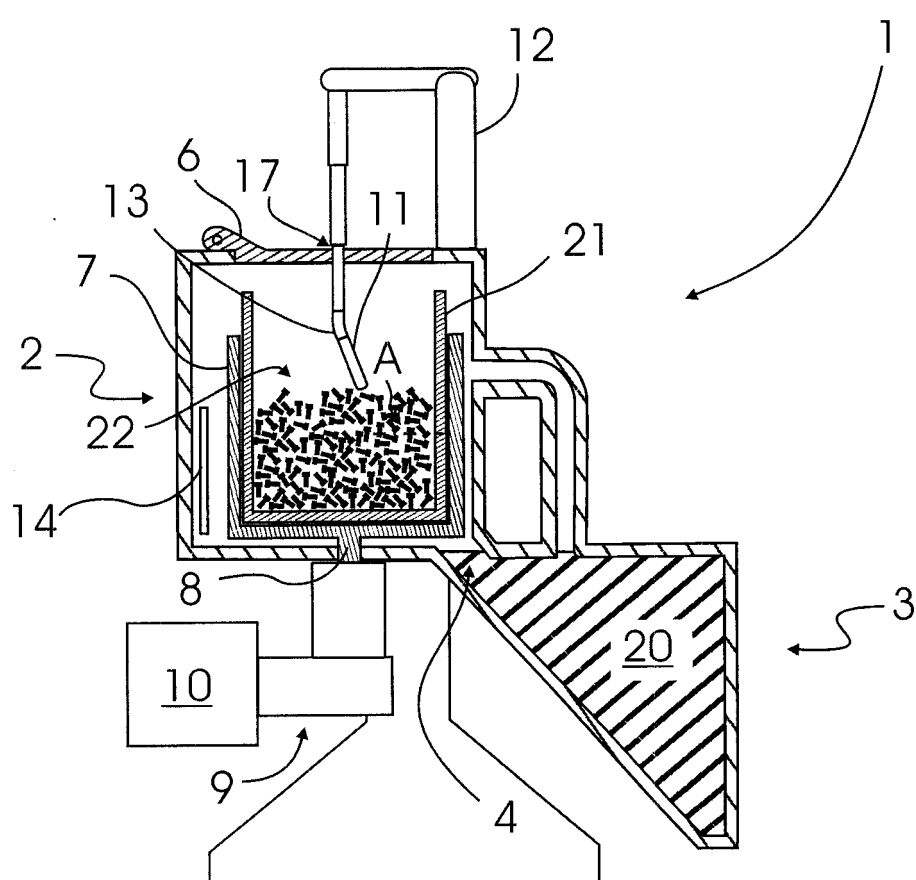


Fig. 1c

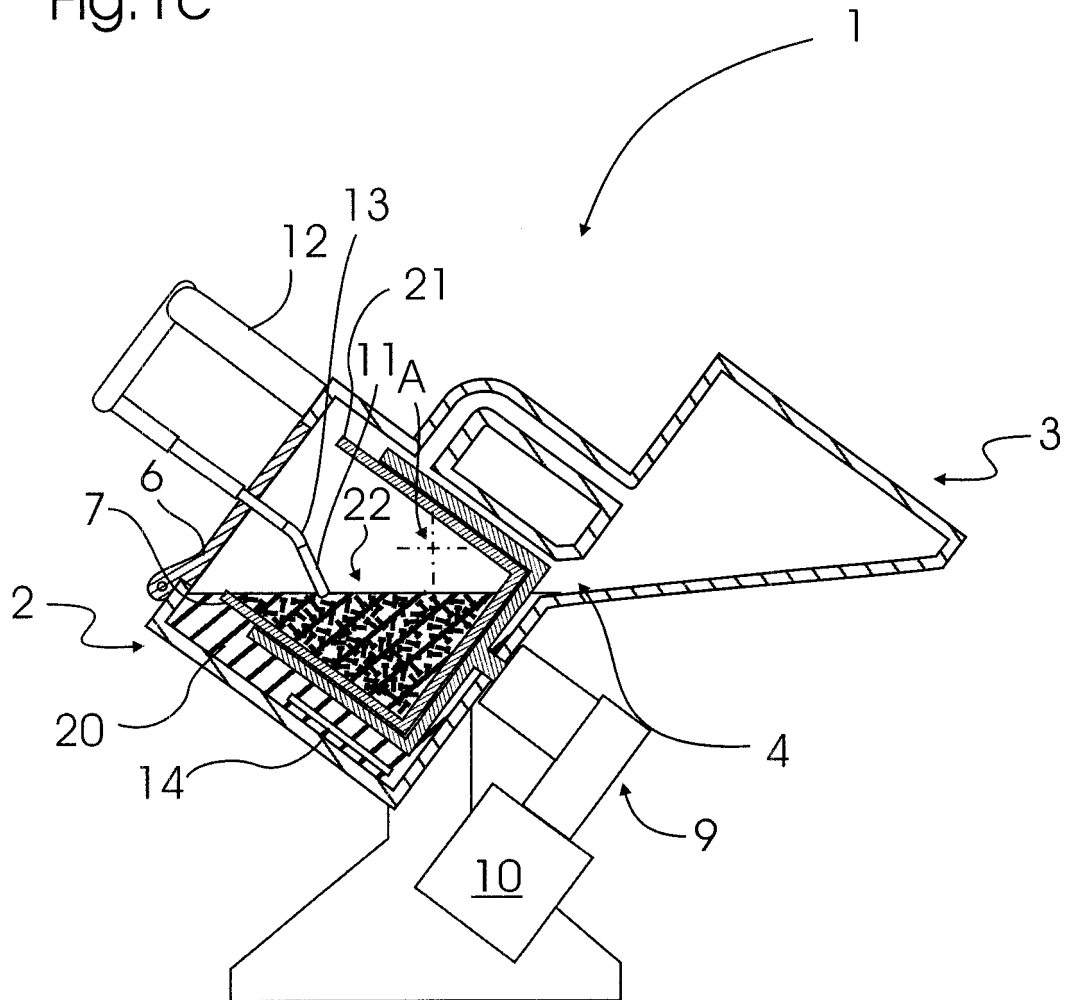


Fig.2a

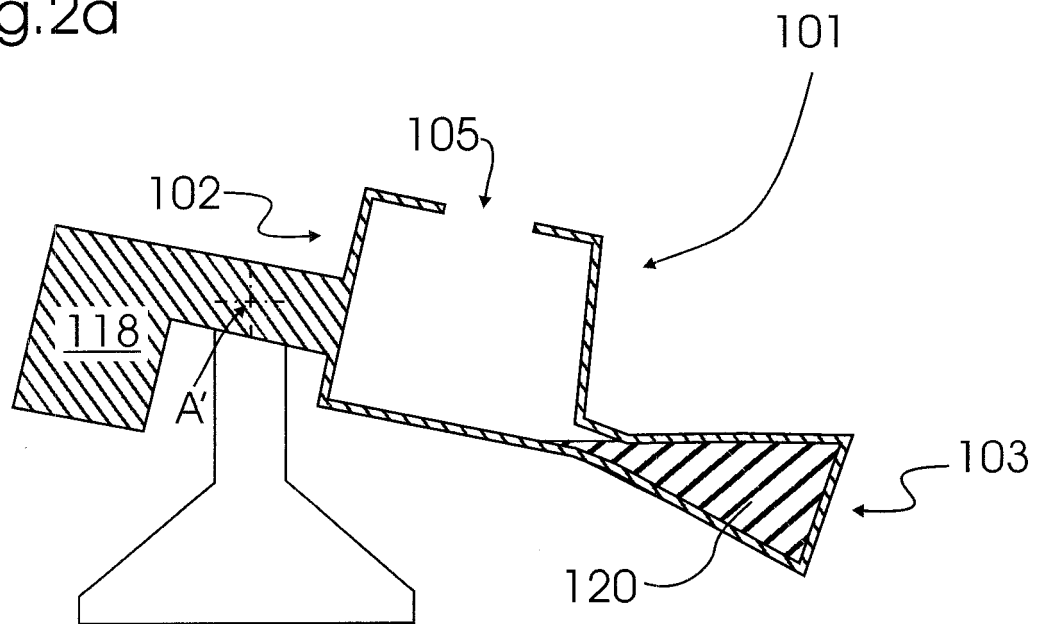


Fig.2b

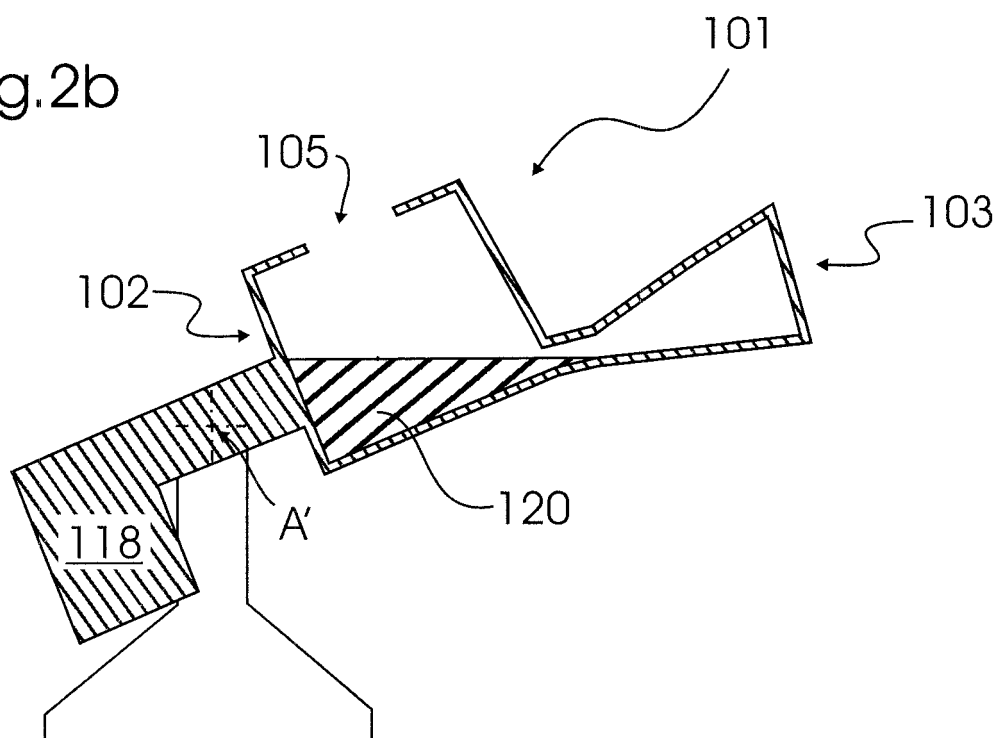


Fig.3a

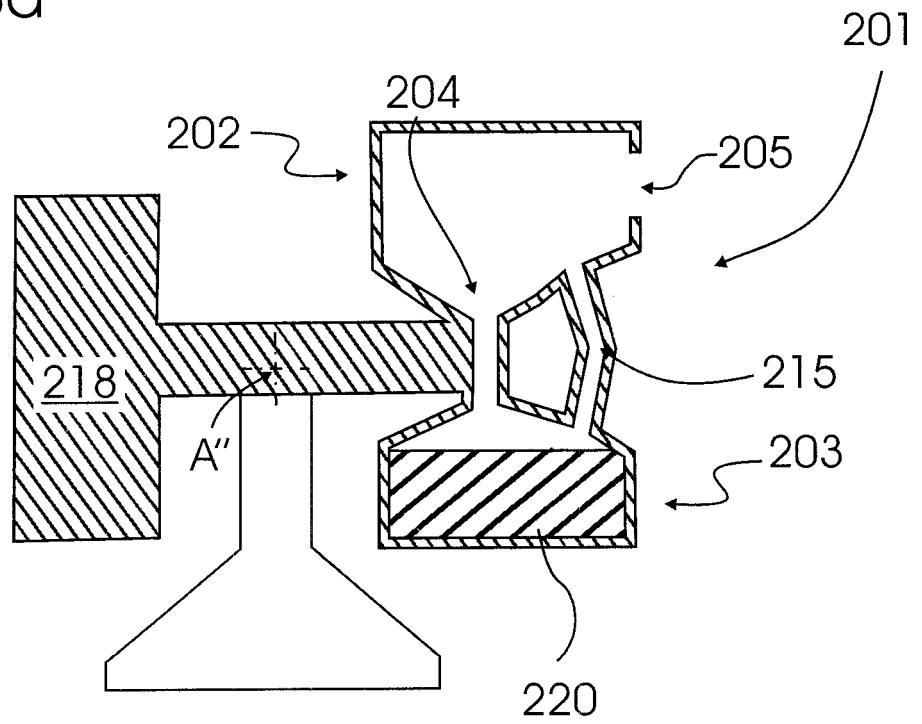
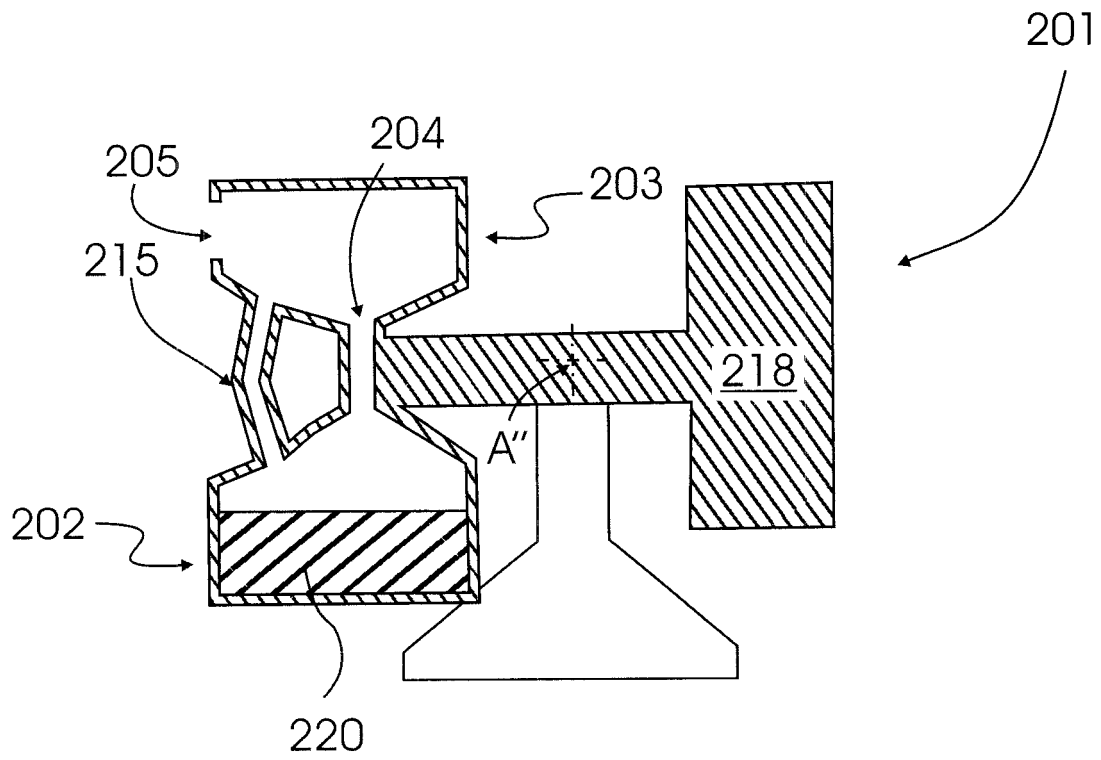


Fig.3b



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 4392936 A [0005]
- DE 3121397 C1 [0006]